Aula 6

Intensidade de Radiação - Largura de Feixe - Diretividade - Diagramas Direcionais e Omnidirecionais

A intensidade de radiação numa dada direção é definida como:
A potência radiada pela antena por unidade de ângulo sólido.

Trata-se de um parâmetro de Campo Distante

Matematicamente $\boxed{\underbrace{U}_{W/\Omega} = r^2 \underbrace{S}_{W/m^2}}$

Largura de Feixe

→ Está associado ao diagrama de radiação.

→ Definido como: separação angular entre dois pontos idênticos e em lados opostos do máximo do diagrama.

→ Largura de Feixe de Meia Potência (LFMP)

IEEE: Pontos no máximo de um feixe onde a radiação é a metade do valor máximo.

A largura de feixe da antena tbém é usada para descrever as capacidades de resolução da antena.

↓

ou seja

↓

distinguir entre duas fontes radiantes

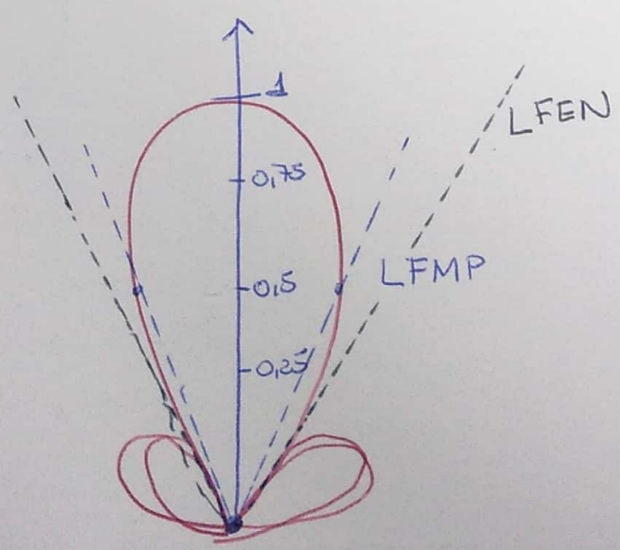
dois alvos de radar adjacentes.

Qual então, é o critério de resolução mais usado? Para especificar a qualidade/capacidade de resolução de uma antena?

Resp: é o LFMP

que pode ser dado como: LFMP ≈ LFEN/2

largura de feixe entre nulos.



Portanto,

Analiticamente

fonte 1 O $\xleftrightarrow{d}$ O fonte 2

Se: $d \geq LFEN/2 \approx LFMP$ (d é estimável)

Se: $d < LFEN/2 \approx LFMP$ (d é tende à ↓)

Diretividade

↓

É a razão entre a intensidade de radiação em uma dada direção da antena e a intensidade de radiação média.

↳ = à potência total radiada pela antena dividida por 4π.

Matematicamente:

$$\boxed{D = \frac{U}{U_0} = \frac{4\pi U}{P_{rad}}}$$

U → W/Ω

P_{rad} → W

D → [ ]

Se a direção não for especificada, então:

$$\boxed{D_{max} = \frac{4\pi U_{max}}{P_{rad}} = \frac{U_{max}}{U_0}}$$

Para antenas com componentes ortogonais de polarização, como no caso de coord. esféricas, a diretividade total é a soma das diretividades parciais.

$$D_0 = D_\theta + D_\phi$$

→ componentes θ e ϕ.

Onde

$$D_\phi = \frac{4\pi U_\phi}{P_{rad}\big|_\theta + P_{rad}\big|_\phi}$$

Qual a diretividade de uma fonte isotrópica?

Unitária, pois a potência é radiada igualmente em todas as direções

Genericamente, a expressão p/ a Diretividade fica:

→ intensidade de radiação.

seja: $U = \frac{1}{2\eta} F(\theta,\phi)$

logo: $U_{max} = \frac{1}{2\eta} F(\theta,\phi)_{max}$

A potência total será:

$$P_{rad} = \oiint_{\Omega} U(\theta,\phi)\, d\Omega = \frac{1}{2\eta} \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} F(\theta,\phi) \sin\theta \, d\theta \, d\phi$$

Assim:

$$\boxed{D(\theta,\phi) = 4\pi \frac{F(\theta,\phi)}{\int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} F(\theta,\phi) \sin\theta \, d\theta \, d\phi}}$$

$$\boxed{D_0 = 4\pi \frac{F(\theta,\phi)_{max}}{\int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} F(\theta,\phi) \sin\theta \, d\theta \, d\phi}}$$

ou ainda, normalizando:

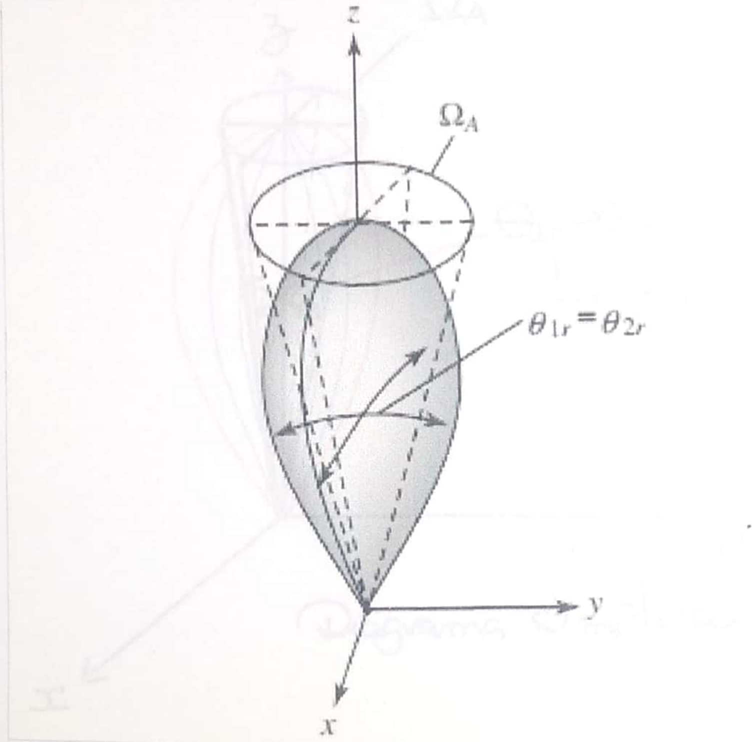
$$\boxed{D_0 = \frac{4\pi}{\left[\int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} F(\theta,\phi) \sin\theta \, d\theta \, d\phi\right] \Big/ F(\theta,\phi)_{max}} = \frac{4\pi}{\Omega_A}}$$

onde Ω_A é o ângulo sólido de feixe, dado por:

$$\Omega_A = \frac{1}{F(\theta,\phi)_{max}} \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} F(\theta,\phi) \sin\theta \, d\theta \, d\phi = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} F_{normalizado}(\theta,\phi) \sin\theta \, d\theta \, d\phi$$

↳ definido como o âng. sólido através do qual toda a potência da antena fluiria se sua intensidade de radiação fosse constante.

Diagramas Direcionais



$$\boxed{D_0 = \frac{4\pi}{\Omega_A} \simeq \frac{4\pi}{\Theta_{1r}\,\Theta_{2r}}}$$

Equação de Kraus

onde: $\Omega_A \approx \Theta_{1r}\,\Theta_{2r}$

↳ largura de feixe de meia potência em um plano e ⊥ ao outro em (rad).

Em graus, será:

$$\boxed{D_0 \approx \frac{4\pi\,(180/\pi)^2}{\Theta_{1d}\,\Theta_{2d}} = \frac{41.253}{\Theta_{1d}\,\Theta_{2d}}}$$

Expressões válidas p/ diagramas simétricos somente com um lóbulo principal.

Scanned by CamScanner

No caso de um diagrama com dois lóbulos principais, idênticos, o valor da diretividade, usando as expressões anteriores, será o dobro do valor real.

Fato 1

É conveniente expressar a diretividade em decibéis (dB).

Fato 2

As expressões p/ converter qtidades adimensionais de diretividade em decibéis (dB), são:

$$\boxed{D(dB) = 10 \log_{10} \left(D_{adimensional} \right)}$$

Fato 3

A diretividade máxima de uma antena, tbém pode ser obtida pela seguinte aproximação.

$$\frac{1}{D_0} = \frac{1}{D_{max}} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\frac{16 \ln 2}{\Theta_{1r}^2}} + \frac{1}{\frac{16 \ln 2}{\Theta_{2r}^2}} \right)$$

largura de feixe de meia potência em (rad) do plano $\vec{E}$

... do plano $\vec{H}$.

ou melhor:

$$D_{max} = D_0 = \frac{32 \ln 2}{\Theta_{1r}^2 + \Theta_{2r}^2} =$$

$$\boxed{D_{max} = \frac{22{,}181}{\Theta_{1r}^2 + \Theta_{2r}^2}}$$

em radianos.

$$\boxed{D_{max} = \frac{22{,}181\,(180/\pi)^2}{\Theta_{1d}^2 + \Theta_{2d}^2} = \frac{72{,}815}{\Theta_{1d}^2 + \Theta_{2d}^2}}$$

em graus.

Equação de Tai & Pereira

Diagramas Omnidirecionais

- Este é o caso de antenas dipolo, de quadro.
- intensidade de radiação pode ser aproximado, a:

$$U = |\sin^n(\theta)|$$

$0 \leq \theta \leq \pi \quad , \quad 0 \leq \phi \leq 2\pi$

- A diretividade foi aproximada por McDonald (IEEE) - 1978, como:

(a) $$\boxed{D_{max} = D_0 = \frac{101}{LFMP_{(graus)} - 0{,}0027\,(LFMP_{(graus)})^2}}$$

Scanned by CamScanner

- Enquanto Pozar (IEEE) - 1993, baseado em valores exatos de $U = |\sin^n \theta|$, define como:

$$\boxed{D_0 = D_{max} \cong -172{,}4 + 191\sqrt{0{,}818 + 1/HPBW\,(\text{graus})}}$$
(b)

- A fórmula (a) é mais precisa p/ diagramas omnidirecionais com lóbulos secundários.

- A fórmula (b) é mais precisa p/ diagramas omnidirecionais com lóbulos secundários de muito baixa intensidade (idealmente, sem lóbulos secundários).

Exercício de Aplicação

Questionário Interativo - Cap 2 - Balanis

Corresponde a aula 4